

## **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia muchas sociedades han usado los vegetales de tipo marino, los pueblos los han incorporado a sus dietas diarias y en algunos países del mundo las algas marinas han sido la solución al grave problema de la falta de alimentos, ya que desde las culturas orientales, los chinos ya incluían dentro de su dieta alimenticia las algas que extraían de sus litorales, esta costumbre se ha repetido a través de las generaciones y se encuentra vigente hasta la fecha.

El conocer la flora marina es de vital importancia ya que esto permitiría aprovechar este recurso natural como una fuente de materia prima e incorporarlo a las industrias alimenticia y farmacéutica, por poseer todas las vitaminas, diastasas, minerales y metaloides que el organismo necesita.

En la actualidad, muchas algas marinas se usan en la medicina, algunas formas de ficocoloides se usan para tratar úlceras. Los ficocoloides también se usan para cubrir píldoras y para producir cápsulas de liberación retardada.

En nuestro país los estudios de la flora marina se han desarrollado como una consecuencia por la necesidad de conocer, valorar y aprovechar de manera racional los recursos naturales, de ahí la importancia de los estudios florísticos que se han venido acumulando en los diferentes estados de la Republica Mexicana que cuentan con litoral.

En México no se han aprovechado las algas marinas en forma masiva ya que las poblaciones que viven a lo largo de la costa no están debidamente informadas acerca de su potencial económico.

**El estado de Tamaulipas presenta una amplia zona litoral con una gran diversidad y variabilidad de especies que al no ser explotadas son de sumo interés para los investigadores.**

**Este trabajo se enfoca a realizar un inventario de las algas marinas presentes en el litoral de estado de Tamaulipas, así como a la recopilación de información por medio de revisión bibliográfica y por método directo con las personas que habitan en las costas sobre las especies que son empleadas en el consumo humano, forraje y medicamentos y que por su abundancia y variabilidad constituyen una fuente de ingresos, que a la fecha son inexplorados.**

## **OBJETIVO GENERAL**

- **Determinar el potencial económico de las especies de algas marinas existentes en las distintas localidades del Litoral de estado de Tamaulipas, a fin de ser utilizadas como una alternativa viable de fuente de ingresos a través de la explotación racional de las mismas.**

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- **Realizar un inventario de las algas marinas presentes en el Litoral del estado de Tamaulipas a través de revisión bibliográfica y colectas estacionales en diferentes localidades.**
- **Dar a conocer las principales algas marinas de importancia económica para el aprovechamiento de estos recursos de las costas del estado de Tamaulipas en base a la bibliografía consultada.**

## **HIPÓTESIS**

**Así como está comprobado que en muchos países del mundo las algas marinas son aprovechadas con fines económicos, se considera que las mismas especies encontradas en el litoral del estado de Tamaulipas, tienen igual posibilidad de aprovechamiento.**

## **ANTECEDENTES**

### **a) Estudios Florísticos y distribución**

Taylor (1954a), describió de forma general la distribución de la ficoflora a lo largo de la costa del Golfo de México. En ese mismo año (Taylor, 1954b), trabajando sobre el carácter de la vegetación algal de las costas de México, describió los principales hábitats marinos con su flora característica, puntualizando que su flora es netamente tropical.

En estudios biológicos en la Laguna Madre de Tamaulipas, Hildebrand (1958) reportó algunos taxa en los alrededores de Punta de Piedras mencionó algunas plantas vasculares y algas como *Acetabularia*, *Hypnea*, *Jania*, *Enteromorpha*, *Gracilaria*, *Spyridia* y *Microcoleus chthonoplastes*.

Un estudio sobre las colecciones marinas presentes desde Port Aransas, Texas hasta el lado Este de la Península de Yucatán fue llevado por Humm (1961), presentando datos sobre la geología de la línea costera, las mareas, la salinidad y corrientes; mencionando que a lo largo de la costa aluvial del estado de Tamaulipas, la flora se asemeja especialmente a la de la costa del Estado de Florida, al Norte hasta la Bahía de Tampa.

Humm & Hildebrant (1962), reportaron un total de 193 especies de algas marinas provenientes de las costas de Texas, Tamaulipas y Veracruz, entre las cuales 140 pertenecen al litoral mexicano; su área de estudio en Tamaulipas la constituyeron Punta de Piedras y Boca de Jesús María.

Los estudios florísticos marítimos que han sido desarrollados hasta la fecha en el estado de Tamaulipas, comprenden los realizados en las localidades de la Playa "Lauro Villar", donde se mencionan 38 especies y "El Mezquite" con 62 especies, estas comunidades pertenecen al municipio de Matamoros

(Martínez y Villarreal, 1983; Martínez y Guajardo, 1990), en el municipio de Soto la Marina se reportan 25 familias con 39 géneros y 54 especies con la adición de 3 nuevos registros (Martínez y López, 1983).

En el municipio de San Fernando, Tamaulipas se reportaron 40 especies ubicadas en 19 familias con datos ecológicos, métodos de cuantificación y asociaciones algales (Martínez y Villarreal, 1984).

Garza *et al.*, (1984), en su trabajo sobre las algas marinas bentónicas de Ciudad Madero, Tamaulipas, reportaron en las Escolleras un total de 86 especies (incluyendo 6 nuevos registros), colectadas en muestreos realizados durante 1977, 1978, 1979, destacando el grupo de las RHODOPHYTAS con las siguientes familias como las mas importantes: GRATELOUPIACEAE, CERAMIACEAE, GRACILARIACEAE, CHAETANGIACEAE. Adicionalmente incluyen datos de marea, salinidad y temperatura.

Sesenta y dos especies algales fueron reportadas en el Puerto "El Mezquite" Matamoros, Tamaulipas por Martínez y Guajardo (1990), incluyéndose datos sobre las mareas, salinidad, temperatura y precipitaciones, concluyendo que la flora encontrada es de afinidad tropical caribefia dominando en número de especies las RHODOPHYTAS.

Wang W. L. y Y M. Chiang, (1994), reportan en un estudio realizado en Taiwán 25 géneros y 76 especies de algas marinas de importancia económica.

Martínez, *et al.*, (2000), reportaron un total de 87 géneros y 147 especies de las cuales se reporta un potencial económico de 34 géneros y 65 especies distribuidas en la siguiente forma: RHODOPHYTA con 13 géneros y 22 especies; PHAEOPHYTA con 6 géneros y 13 especies; CHLOROPHYTA con 8 géneros y 24 especies, en las localidades de Altamira, Ciudad Madero, La

Carbonera, Escolleras "El Catán", Punta de Piedras, La Pesca, Playa Lauro Villar, El Mezquite.

### **b) Usos Económicos de las algas**

Existen 40 géneros de algas pardas, incluyendo 88 especies, que son de valor económico. Las referencias históricas de su uso datan desde los 600-800 años a.C. en China. La revisión de Guiry (1977) clasifica los usos económicos de estas plantas como alimenticias, productoras de alginatos, minerales y alimentos, forrajeras, fertilizantes, industriales y medicinales.

#### **Alimentos**

El consumo de algas pardas, especialmente las especies de *Laminaria*, *Alaria*, *Undaria*, *Eisenia* y *Ecklonia*, ha persistido hasta hoy, especialmente en Japón y China. Algunos de los alimentos a base de algas consumidos por los japoneses y chinos son: Kombu, Quandai-cai y Handai a base de *Laminaria japonica*, Wakame a base de *Undaria pinnatifida*, Sarumen de *Alaria*, algas en vinagre de *Nerocystis luetkeana*, Arame de *Eisenia bicylis* e Hijikia de *Hijikia fusiforme*.

En la mayor parte de los países de oriente, el consumo de algas es ilimitado, Cooper (1977), proporcionó un listado de diferentes formas y preparaciones de las algas consumidas en Japón por ejemplo:

*Ahnfeltia gigartinoides*, nombre común: Nibbles, es consumida con pollo, cerdo, pescado, y es tomada en té. (Nutrientes: almidón, azúcar y elementos traza).

*Bangia fuscopurpurea*, nombre común: Cow hairmori se añade en ensaladas para mejorar el sabor de las mismas. (Nutrientes: almidón, azúcar y elementos traza).

*Gelidium amansii*, nombre común: tungusa o japonese se hace agar comercial, preparación de sopas y katen. (Nutrientes: almidón, azúcar y elementos traza).

*Gracilaria verrucosa*, nombre común: nuoc-man en Vietnam combinándolas con pescado y se hace agar casero. (Nutrientes: proteínas, almidón, azúcares, vitaminas; A, B6, nitrógeno soluble, yodo y elementos traza).

*Nemalion helmintoides*, nombre común: tsukomo se utiliza fresca en ensaladas, sopas y en Italia es utilizada en la preparación de pasta para fetuchi. (Nutrientes : proteínas, almidón, azucares, vitaminas ; A, B12, B6, C, D, Nitrógeno soluble, yodo y elementos traza).

En Japón y en Escocia se consume el alga *Porphyra umbilicalis*, nombre común: sloak se consume como gelatina , ensaladas, mezclada con avena y con carne de res (Nutrientes: proteínas, almidón, azucares, vitaminas, A, B12, B6,C, D, Nitrógeno soluble, yodo y elementos traza).

### Alginatos

El ácido algínico es el constituyente mayor de todas las algas pardas, éste se encuentra en la lámina media de la pared celular, la mezcla de ácido algínico y alginatos puede ser designada por patrones de gelificación y viscosidad en un amplio rango de alimentos, productos industriales y biomédicos. La mayor fuente comercial de los alginatos son de *Macrocystis*, *Laminaria* y *Ascophyllum*. Los productos algínicos tienen uso como estabilizadores, emulsificadores y materiales moldeables en la industria farmacéutica, en cosméticos, jabones en tecnología alimentaria y dental.

### Minerales y Elementos

Los minerales son variables, pero se consideran como el 50 % del total de las cenizas de las algas pardas. Los químicos industriales básicos son el sodio

(carbonato de sodio), potasio (carbonato de potasio) y yodo. El sodio y el potasio son usados en la elaboración de vidrio, alfarería, jabones y el curtido de pieles, el potasio también es importante como fertilizante para agricultura. Las algas pardas más cosechadas son *Fucus*, *Ascophyllum* y *Laminaria*, las que son quemadas en hornos hasta producir las cenizas. Las especies cosechadas con mayores cantidades de yodo son *Laminaria*, *Ecklonia* y *Sargassum* que se usan como fertilizante, éstas son quemadas para producir el yodo y potasio, y cuando se destilan es para la producción de brea (alquitrán), las sales de potasio y el carbón se usan para decolorar y filtrar, y las algas húmedas son fermentadas para la producción de acetona. Las preparaciones crudas y extractos de algunas algas han sido utilizadas por siglos, debido a sus propiedades medicinales. Las algas también son ricas en cobre, hierro, zinc, cobalto, vanadio, molibdeno, manganeso, bromo y cromo, lo cual lo ha llevado a usarse como suplementos para forrajes y fertilizantes.

#### Forraje

Existen reportes de que los griegos y los romanos usaban las algas marinas para alimentar a su ganado desde 46-43 años a.C. Las algas pardas que han sido usadas como forraje animal son las especies de *Ascophyllum*, *Laminaria*, *Alaria*, *Fucus*, *Pelvetia*, *Macrocystis*. Las algas son usualmente preparadas y adicionadas como suplemento para una dieta regular. *Ascophyllum* es la principal alga usada para estos propósitos. Las harinas de algas son muy nutritivas porque tienen un alto contenido de vitaminas y minerales, además de que las algas pueden aportar tanta proteína como una buena avena.

#### Fertilizantes

El uso de las algas como abono para las tierras aparecen en las escrituras romanas del segundo siglo d.C. Algas de las especies de *Ascophyllum*, *Sargassum*, *Macrocystis*, *Laminaria*, *Ecklonia*, *Durvillea*, *Carpophyllum* e *Himanthalia* son las principales algas colectadas especialmente para uso agrícola.

El uso de las algas marinas como fertilizante es de gran valor ya que son una fuente muy importante de materia orgánica debido a su gran contenido de minerales, éstos contribuyen a enriquecer el suelo que se destina para actividades agrícolas, que se remontan a antes de la era cristiana siendo ampliamente utilizadas por chinos y griegos (Yamamoto & Ishibashi, 1972).

El hombre utiliza las algas macroscópicas en diferentes formas. Estas plantas son fuentes directas de alimento, medicamento, forrajes y fertilizantes, y como fuentes de sales y Ficocoloides (Benotto, 1976).

Blunden y Woods (1969), sugirieron que los carbohidratos contenidos en las algas pueden servir como fuente de energía adicional para el desarrollo de la planta cuando se fertiliza con ellas.

Las algas coralinas tales como *Lithothamnium corallides* y *Phymatolithon calcareum* se colectan en el Mediterráneo, en la costa de Cornavalles en Inglaterra, a partir de depósito de algas en la playa y de material vivo. La colecta comercial de estos depósitos, llamada Maerl, da una cosecha anual de más de 30,000 toneladas. El Maerl se vende en la mayoría en los países de Europa Occidental, en los cuales se usa principalmente en la agricultura y la horticultura, particularmente para reducir la acidez del suelo y como aditivo de fertilizantes (Blunden y Wildgoose, 1976).

Lewin (1979), mencionó que se han aplicado suspensiones de algas unicelulares como agentes acondicionadores del suelo en los estados del suroeste de los Estados Unidos y en algunos casos se reportó un incremento en el rendimiento del 5 al 15 % en la producción de algodón, papas, etc.

Metting y Raybun (1983), reportaron que el alga *Chlamydomonas mexicanas* causa aproximadamente de entre 58 a 78 % en la estabilidad de los agregados del suelo y de 1 a 3 % en la capacidad de retención del agua.

Darrah y Hall (1987), reportaron que en tres años de aplicar gránulos de *Ascophyllum nodosum* en pasto azul centeno hay una mayor incidencia en su desarrollo.

Según Trainor (1987), en ciertos cultivos de arroz con el fin de incrementar los rendimientos de la cosecha se induce el crecimiento de algas verde-azules fijadoras de nitrógeno atmosférico con buenos resultados.

Las algas marinas son un tipo especial de abono verde, su empleo en zonas costeras resulta más económico que en zonas alejadas de la costa por su transporte, se aplican con la finalidad de acondicionar y fertilizar el suelo. Conforme a estudios que se han realizado se ha demostrado que las algas contienen casi la misma cantidad de nitrógeno que el estiércol de cuadra y a veces el doble de su contenido de potasio y el fósforo es bajo (Teuscher y Adler, 1984).

Fox (1961), reportó un incremento en los pesos frescos y secos de raíces de geranio al aplicar concentraciones de algas de 1:100 (1 parte de alga por 100 partes de agua ) tres veces durante el periodo de crecimiento.

Martín *et al.* (1962), encontraron un incremento en la calidad de plantas de *Hibiscus*, nochebuena y camelia cuando se aplicaron aspersiones de *Ascophyllum. nodosum* en concentraciones de 1:10.

Blunden (1973) reportó que en una prueba usando un extracto de algas preparado con especies de Laminariaceae y Fucaceae como fertilizante aditivo; en aplicaciones foliares en plantas de bananas, se incrementa el porcentaje de la carga de frutos, y existe una marcada diferencia en la captación de magnesio. La aplicación al suelo de extracto de algas en pruebas con gladiolas incrementa significativamente los porcentajes de peso del bulbo. Además se incrementa la

producción comercial en pruebas con papa, maíz dulce, pimienta, tomate y naranja.

Las algas marinas contienen una gran cantidad de nutrientes, minerales (potasio, fósforo, nitrógeno, calcio, hierro, magnesio, zinc, cobre), carbohidratos, materia orgánica e importantes hormonas reguladoras de crecimiento (auxinas, giberelinas, citocinas, ácido indolacético, etileno y ácido absísico) para las plantas. Con ello, se ha observado que los principales beneficios que otorgan los extractos de algas a las plantas son los siguientes: alta productividad, incrementos en la vida de anaquel del producto, mayor resistencia a factores ambientales adversos (sequías, heladas, etc.), resistencia a plagas de insectos, resistencia a enfermedades causadas por hongos, nemátodos y bacterias (Senn, 1987; Blunden 1977; Skelton y Senn 1969; Martín, et al 1962 y Aitken y Senn 1965).

El consumo indirecto implica el procesamiento industrial de las algas marinas, en el cual se extraen varios ficoloides (agar, alginatos, carragenina, furcellirina, ficoidina y laminarian), sales, ácidos, alcoholes con propiedades de fijación, espesamiento, estabilización, emulsión, humidificación y otras, estos derivados tienen amplia demanda en las industrias de alimentación, petroquímicas, químico- farmacéutica, textil, cosmetología, papelera fotográfica, eléctrica, de fertilizantes, de gomas y de cementos (Dawes, 1986).

Según Abetz y Young (1983), al aplicar un extracto comercial de algas marinas (*A. nodosum*) a un cultivo de lechuga y coliflor, en las plantas de lechuga, el extracto causó un decremento significativo en lechugas defectuosas y un incremento en el peso y diámetro de las lechugas propiamente comerciables y en las plantas de coliflor incrementó significativamente su diámetro.

Según Dawes (1986), las algas marinas como *Sargasum* y *Ascophyllum*, se han utilizado como abono verde en la agricultura costera de Europa y Norteamérica. Un fertilizante líquido comercial de los Estados Unidos Agriblend, contiene extractos de *Sargassum* y se utiliza junto con otros fertilizantes, además los abonos a base de algas tienden a tener más sales de potasio y de fósforo, las primeras son mejores para cultivos de tuberosas tales como betabel y papa.

Se ha comprobado que el valor fertilizante de las algas es superior al del estiércol por su alto contenido en nitrógeno, fosfatos, sales de potasio y sodio, materias orgánicas y elementos minerales importantes como el boro y magnesio (Acleto, 1986).

Nelson y Stadent (1986), demostraron que la aplicación del extracto de algas en trigo, incrementa significativamente el diámetro de la caña, y el número total de espigas secundarias por panoja y el rendimiento en grano por espiga y por planta.

Martínez, (1995), trabajó con cuatro reguladores comerciales (Biofol; Biozyme, Cytokin y Activol) y el extracto de algas (Algaenzims), los cuales fueron aplicados en las dosis recomendadas por los fabricantes al 1.0% sobre un cultivo de papa *S. Tuberosum* var. gigant., donde la mayor área foliar, altura de la planta, número de ramas a los 47 días de emergencia, el mayor contenido de proteínas y humedad se obtuvo con Algaenzims. El mayor contenido de clorofila; peso total y aéreo mas alto se obtuvo con Biofol. Según los resultados, la altura de la planta el valor más alto se obtuvo con el tratamiento Algaenzims al suelo con 51.66 cm. El número de ramas el valor más alto se obtuvo con el tratamiento Algaenzims al follaje con 16.06; el grosor del tallo el Biofol fue el más alto reporta 4.70 cm. seguido por el tratamiento Algaenzims al suelo y al follaje.

El desarrollo de una gran cantidad de raíces en el crisantemo (*Ch. morifolium*) se debe en gran parte a que los extractos de algas tienen la capacidad de movilización de los nutrimentos lo que favorece un mayor tamaño de la planta y mejor calidad de la flor (Nicolás, 1995).

Según Rodríguez (1999), al aplicar al suelo Algaenzims en diferentes concentraciones en dos variedades de trigo resultó que influye sobre la longitud total de la plántula, observándose además un incremento de las plantas con respecto al testigo.

#### Usos industriales de las Algas Marinas

Las resinas industriales son productos manufacturados artificialmente o extraídos de plantas o animales y usados para lograr diversos niveles de viscosidad. (Cork and IMR international, 1995). Estos incluyen al polietilenglicolato, goma xantana, carboximetilcelulosa y gelatinas. Las gomas industriales extraídas de algunas algas marinas se dividen en tres categorías: alginatos, agar y carragenanos. El primero es extraído únicamente de las algas pardas mientras que los dos últimos son extraídos de las algas rojas.

#### Usos medicinales de las Algas Marinas

Se han hecho muchas declaraciones sobre la efectividad de las algas en salud humana, se ha sugerido, entre otras cosas, que las algas tienen poderes curativos en enfermedades como la tuberculosis, artritis, resfriados, influenza, infestaciones por parásitos, además pueden regular o mejorar la atracción hacia el sexo opuesto. En *Digenea simplex* (Ceramiales, Rhodophyta), el ácido kainico que contiene, produce un efecto vermífugo. Las especies *Laminaria* y *Sargassum* han sido usadas en China para el tratamiento del cáncer. La inhibición de los tumores cancerosos en animales, es causada por cadenas largas de polisacáridos. Trabajos hechos por Stein and Borden (1984), demuestran que los estipes secos de *Laminaria* han sido usados en obstetricia para dilatar el cervix, la estipe seca absorbe el agua lentamente y expande,

estos estipes son utilizados en China para la inserción del dispositivo intrauterino (DIU). En los extractos acuosos de 2 algas rojas (Dumontiaceae) se encontró que inhibe al virus herpes simple, aunque aún no se ha hecho en humanos. Otra alga roja *Ptilota* produce una proteína (lectina) la cual aglutina preferencialmente a los leucocitos humanos tipo B in vitro, estos extractos ya existen en el mercado.

Las algas rojas se encuentran formando la División Rhodophyta. Esta División comprende la mayor proporción de algas marinas macroscópicas las cuales son pequeñas, raramente exceden el metro de longitud, se encuentran en el mar a profundidad hasta 100 metros; sus miembros se caracterizan por poseer un pigmento rojo llamado ficoeritrina en sus rodoplastos (Brennan y Erikson, 1978).

Los estudios realizados por Hoppe y col., (1979), mencionan que las algas en la naturaleza han sido utilizadas en el tratamiento de enfermedades de la piel, parasitarias, cálculos biliares, como sustancias bactericidas y como alimento para el humano y el ganado. Algunas de ellas son:

*Acetabularia major*: en el sudeste de Asia se utiliza en el tratamiento de cálculos biliares.

*Codium sp.*: es utilizada como antihelmíntico especialmente contra *Ascaris lumbricoides*.

*Cymopolia barbata*: De esta alga se ha extraído la Sarginina una sustancia antibiótica de amplio espectro.

*Pleurococcus naegeli*, tiene fitotoxicidad efectiva contra *Staphylococcus* y *Streptococcus*, fue aislado en forma de ungüento y utilizado contra enfermedades de la piel y parasitarias.

*Rizoclonium rivulare*: Utilizado como antihelmíntico.

*Trentepohlia lolithus*: Alga utilizada en la medicina tradicional para enfermedades de la piel.

*Ulva pertusa*: lechuga de mar de efectos antihelmínticos, en China se utiliza para combatir la fiebre.

*Ascophyllum nodosum*: esta alga es utilizada como medicamento, es un constituyente de preparaciones para la obesidad, los extractos fluidos tienen efectos en reumatismo y cálculos biliares.

*Fucus vesiculosus*: Se usan como medicamento para el tratamiento de enfermedades pulmonares.

*Chordaria flagelliformis*: Es consumida en el este de Asia. En Kamchatka es conocida como "pico de animal" y es responsable de tener efecto anticoagulante.

*Caulerpa sp.*: Algunas especies son usadas como consumo humano y son cultivadas en contenedores.

*Caulerpa lamourouxii*: Es tóxica en algunos individuos. Caulerpicin responsable del sabor a pimienta es usado como anestésico. La actividad neurotrópica de Caulerpicin puede usarse clínicamente.

*Dictyopteris polypodioides*. Esta alga es utilizada en la medicina tradicional en la región del mediterráneo para curar enfermedades del pulmón y escrófula.

*Durvillea antarctica*. Las escamas de esta alga son utilizadas como antifúngico.

*Eisenia bicyclis*: el extracto crudo posee actividad antiinflamatoria, está compuesta como por un polímero laminar; y un componente antiinflamatorio.

*Fucus esculentus*. En Rusia esta alga es constituyente de los mares, está prescrita como profilaxia para esclerosis y en alteraciones de la glándula Tiroides. Los esteroides de *F. gardneri* en animales de laboratorio reducen en el plasma el colesterol y lo mantienen bajo.

*F. vesiculosus*. Puede utilizarse como medicamento, en su mayor parte contiene yodo para problemas de obesidad y bocio.

***Heterochordaria abietina***. El alga contiene un aminoácido laminar (aminoácido sed) con propiedades farmacológicas detalladas en análisis químicos.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### Localización geográfica

El estado de Tamaulipas, se encuentra localizado en la Llanura Costera del Golfo de México, en las coordenadas geográficas: 27° 40', 22° 12' de latitud norte; y 97°08', 100° 08' de longitud oeste.

Tamaulipas colinda al noroeste con el estado de Nuevo León, y al norte con los Estados Unidos de América; al este con el Golfo de México; al Sur con los estados de Veracruz y San Luis Potosí; al oeste con los estados de San Luis Potosí y Nuevo León. Cuenta con una extensión aproximada de 79,384 km<sup>2</sup> (4.1% de todo el país), repartidos en 43 municipios (Cuadro 1; Figura 1).



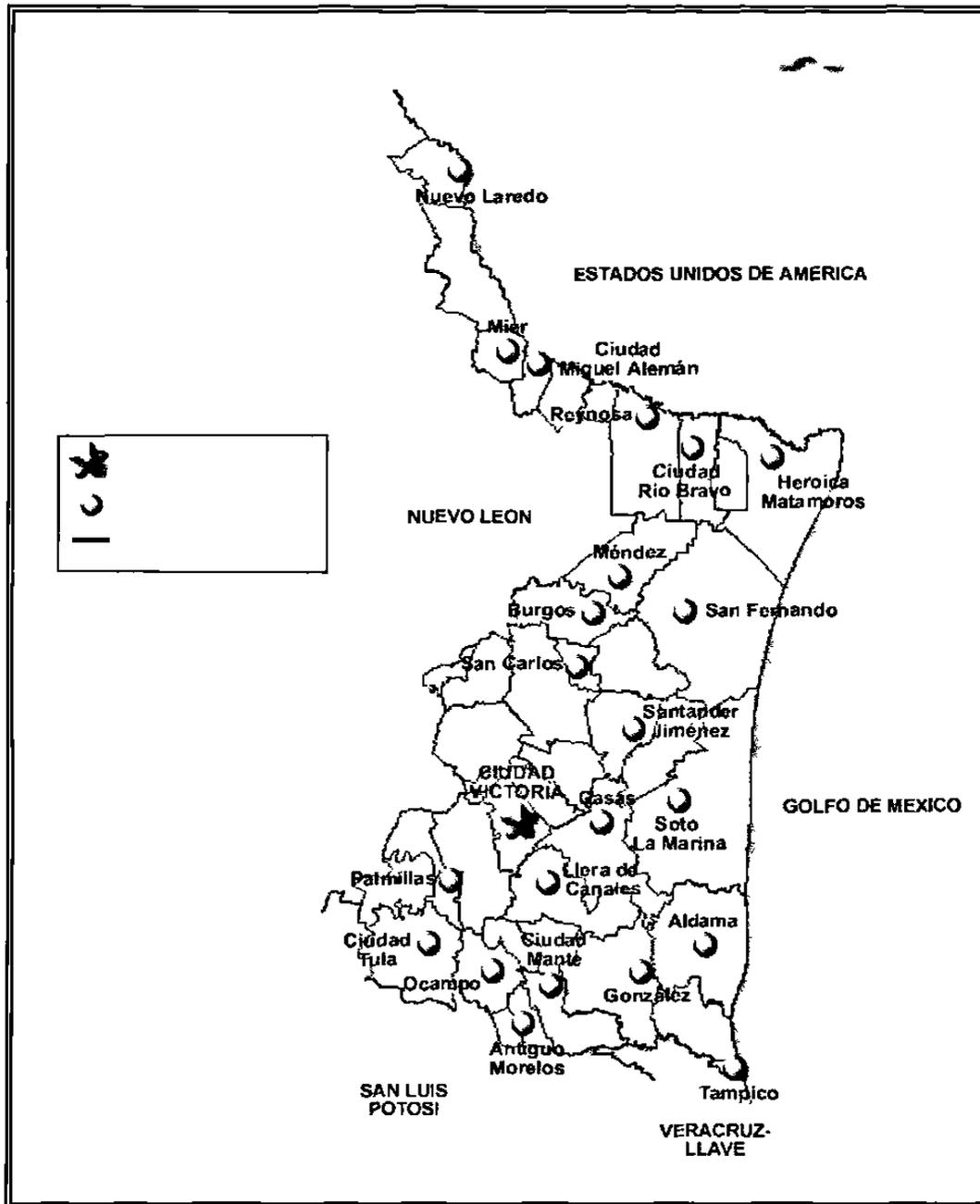


Figura 1. División Política del Estado de Tamaulipas

## **Principales Regiones Fisiográficas del estado de Tamaulipas**

El estado de Tamaulipas comprende terrenos que pertenecen a tres (Cuadro 1; Figura 2) de las grandes regiones naturales, o provincias fisiográficas, que conforman el territorio mexicano: la zona montañosa del suroeste de la entidad, que forma parte de la Sierra Madre Oriental; las extensas áreas de las llanuras costeras, lomeríos y valles -así como las sierras de San Carlos y Tamaulipas- que abarcan la mayoría de los terrenos tamaulipecos, y que corresponden a la Llanura Costera del Golfo Norte; y la zona noroeste, en la que predominan lomeríos suaves, alternados con llanuras, y que es la región más meridional de la provincia de las Grandes Llanuras de Norteamérica, cuya mayor parte se encuentra en los Estados Unidos.

### **Provincia de la Sierra Madre Oriental**

Esta provincia es un conjunto de sierras menores de estratos plegados. Tales estratos son de antiguas rocas sedimentarias marinas (Cretácicas y del Jurásico Superior) entre las que predominan las calizas, de modo que en segundo término se quedan las lutitas -rocas arcillosas- y las areniscas.

El plegamiento se manifiesta de múltiples maneras, pero su forma más notoria en estas sierras es la que produce una topografía de fuertes ondulados paralelos y alargados, semejantes a la superficie de un techo de lámina corrugada.

### **Subprovincia de la Gran Sierra Plegada**

Esta subprovincia tiene sistemas de topofomas que se designan como sierra pliegue y sierra compleja, pero también se encuentran bajadas, lomeríos, mesetas, llanuras y valles. En esta subprovincia existe gran diversidad de vegetación, que depende en gran medida de las variaciones climáticas que imperan en esta sierra.

### **Subprovincia Sierras y Llanuras Occidentales**

Se localiza al oeste de la Gran Sierra Plegada y en ella predominan las sierras particularmente calizas, con orientación norte-sur, y enlazadas entre sí por brazos cerriles que siguen ese mismo sentido o le son oblicuos.

Los sistemas de topoformas que se encuentran en la porción tamaulipeca de esta subprovincia son: en el norte, las sierras complejas, y las bajadas - aunque hay pequeñas llanuras y valles-; en el sur, las llanuras de diferentes tipos.

### **Provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte**

Dentro del territorio tamaulipeco se localizan porciones amplias de las dos subprovincias que conforman, en su parte mexicana, a esta provincia fisiográfica, es decir, la denominada Llanura Costera Tamaulipeca y la subprovincia de las Llanuras y Lomeríos.

A diferencia de la Llanura Costera del Golfo Sur, integra claramente una costa en proceso de avance.

### **Subprovincia de las Llanuras y Lomeríos**

Dentro del estado, la subprovincia tiene una superficie territorial que representa el 37% del total estatal. Los materiales dominantes en la región son: sedimentos antiguos arcillosos y arenosos, de edades que decrecen hacia la costa (mesozoicos y terciarios). Hay, sin embargo, importantes afloramientos de rocas lávicas basálticas: unos, de bastante extensión al norte de Tampico, que tienen morfología general de mesetas; y otros pequeños, dispersos al sureste de Ciudad Victoria. No obstante, el paisaje de esta subprovincia se caracteriza por sus extensas llanuras interrumpidas por lomeríos.

## **Discontinuidades fisiográficas de las Sierras de San Carlos y de Tamaulipas**

La Sierra de Tamaulipas, más extensa, está formada de calizas afectadas por cinco cuerpos de roca intrusiva ácida. Tiene un profundo cañón por donde fluye con dirección sur-norte el río Soto la Marina. En el núcleo de la sierra se levantan los picos Sierra Azul y cerro Picacho, con altitudes de 1,400 y 1,200 m, respectivamente.

La sierra de San Carlos está constituida por un conjunto de cuerpos intrusivos ígneos asociados a calizas.

### **Subprovincia de la Llanura Costera Tamaulipeca**

Todo su territorio, cubierto por sedimentos marinos no consolidados, está muy próximo al nivel del mar. La región cuenta con una superficie donde predominan las llanuras, que son inundables hacia la costa y están interrumpidas al oeste por lomeríos muy tendidos.

### **Provincia de las Grandes Llanuras de Norteamérica**

Abarca una parte de los territorios fronterizos de Tamaulipas. Independientemente de encontrarse a menor altitud sobre el nivel del mar, que es casi todo el resto de la provincia, se caracteriza por el hecho de que sus llanos están interrumpidos por lomeríos bajos y dispersos, de pendientes suaves y constituidos en forma dominante por materiales conglomeráticos.

### **Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León**

En Tamaulipas únicamente la franja fronteriza penetra sobre el río Bravo y el extremo oriente de esta subprovincia.

Los sistemas de topofomas que predominan son los lomeríos muy suaves, asociados a llanuras. En la porción sur de la subprovincia existen sierras, mesetas y valles.

**Cuadro 1. Principales Provincias y Subprovincias del estado de Tamaulipas**

PROVINCIA	SUBPROVINCIA	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
Sierra Madre Oriental	Gran Sierra Plegada	13.30
	Sierras y Llanuras Occidentales	3.17
Grandes Llanuras de Norteamérica	Llanuras de Coahuila y Nuevo León	16.06
Llanura Costera del Golfo Norte	Llanuras y Lomeríos	36.98
	Llanura Costera Tamaulipeca	23.14
	Sierra de San Carlos	3.06
	Sierra de Tamaulipas	4.29

FUENTE: INEGI. Carta Fisiográfica, 1:1 000 000.



## **Principales Tipos de Climas del Estado de Tamaulipas**

Los climas de Tamaulipas responden fundamentalmente a la influencia de tres condiciones geográficas, que son: la latitud a la que se encuentra la entidad, su cercanía al Golfo de México, y la altitud de sus tierras (Cuadro 2; Figura 3).

El Trópico de Cáncer divide al estado en dos zonas: su parte sur, en la que predominan los climas cálidos y relativamente húmedos; y su centro y norte menos calurosos, con lluvias mas escasas distribuídas en el año. La presencia de las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental también provoca efectos notables en el clima.

Por lo anterior, se puede subdividir a la entidad en tres zonas climáticas bien definidas:

### **Climas Semisecos y Semicálidos del Centro y Norte del Estado**

Ligeramente al norte del Trópico de Cáncer se da una transición climática que varía desde climas subhúmedos con lluvias veraniegas del sur de la entidad, hasta climas mas secos entre los que predominan los semisecos cálidos, así como los semicálidos con lluvias escasas distribuídas en el año.

### **Climas Cálidos Subhúmedos del Sur y Sureste del Estado**

Estos climas se encuentran al sur del Trópico de Cáncer. Los menos húmedos se registran colindantes a los semicálidos, y conforme se avanza hacia el sur, en los límites con el estado de Veracruz, la humedad aumenta.

### **Climas de la Sierra Madre**

Los climas de la sierra varían desde cálidos hasta templados, en función de la altitud, y de húmedos a secos de oriente a poniente, debido a que la sierra actúa como barrera orográfica.

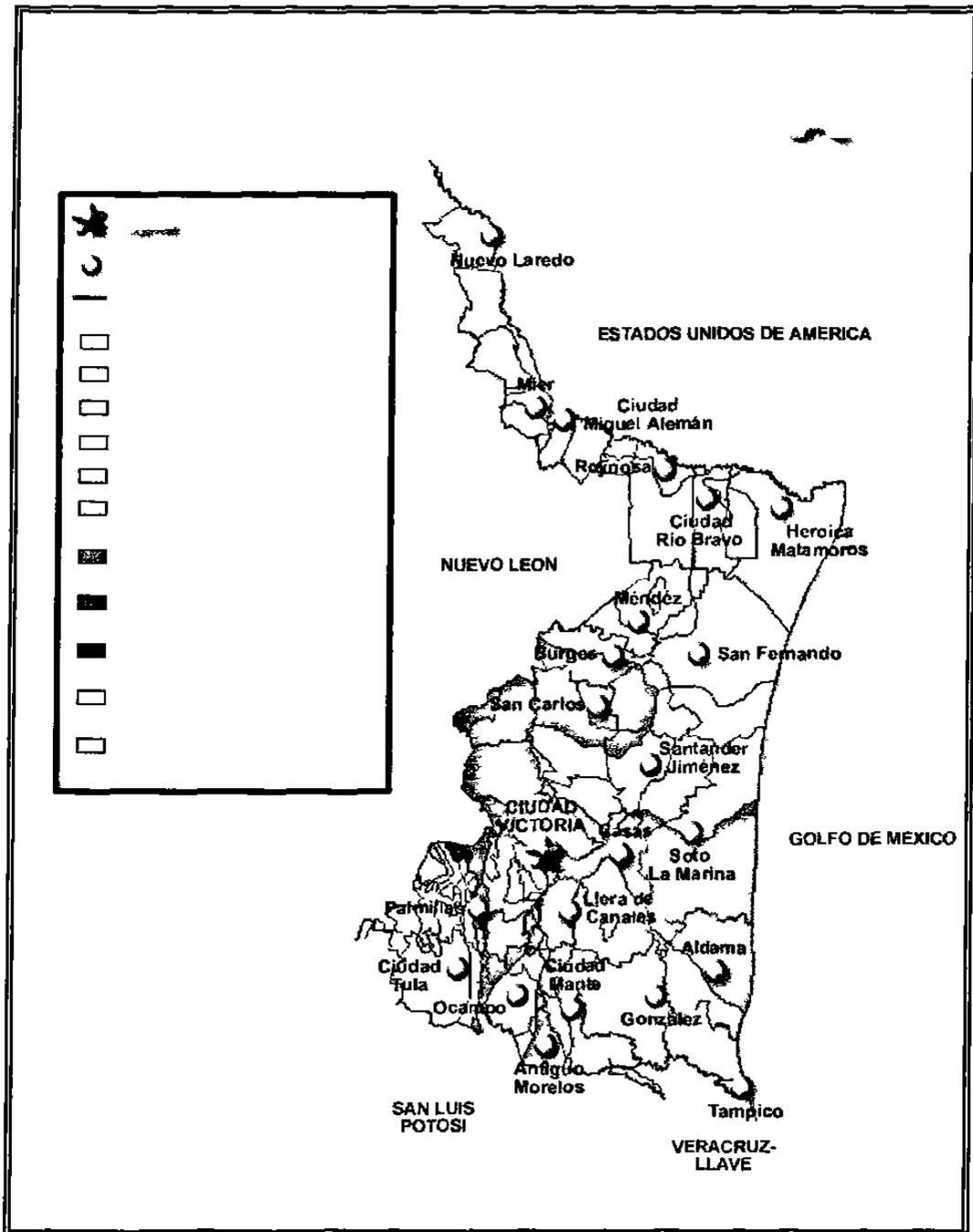
**Cuadro 2. Tipos de Climas y su proporción en el Estado de Tamaulipas**

TIPO O SUBTIPO	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	7.15
Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano	1.66
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	34.96
Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año	16.34
Templado subhúmedo con lluvias en verano	1.34
Templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año	0.32
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	0.19
Semiseco muy cálido y cálido	23.45
Semiseco semicálido	2.40
Semiseco templado	1.16
Seco muy cálido y cálido	7.40
Seco semicálido	3.62
Seco templado	0.01
FUENTE: INEGI. Carta de Climas, 1:1 000 000.	

### **Heladas y granizadas**

En las porciones centro y norte, la frecuencia de heladas es menor de 20 días al año, lo mismo que en las zonas sur y sureste. En la región de la Sierra Madre la variación de climas es mas notoria como consecuencia de las diferencias de altitud; por ello se alcanzan rangos muy amplios, que varían de 20 a 40 días al año, y de 40 a 60 en pequeñas porciones. Este fenómeno se presenta en el período comprendido entre noviembre y febrero.

Las granizadas no rebasan el promedio de dos días al año, pero en una pequeña porción de la Sierra Madre, con climas templados, la incidencia es de 2 a 4 días.



**Figura 3. Principales Tipos de Climas del Estado de Tamaulipas**

## **Regiones y Cuencas Hidrológicas del Estado de Tamaulipas**

### **Región Hidrológica "Bravo-Conchos"**

Esta región hidrológica es muy importante, pues además de contar con un considerable caudal de las aguas del río Bravo, el cual sirve de límite entre la República Mexicana y los Estados Unidos de América, a lo largo de su recorrido se encuentran ciudades en plena expansión dentro de la zona fronteriza, tales como Nuevo Laredo, Reynosa y Matamoros. Dentro del Estado de Tamaulipas está la sección "Bajo Río Bravo". El río Conchos pertenece a la vertiente del Golfo de México y forma parte de la gran cuenca del río Bravo.

En el estado se incluyen áreas parciales de cinco cuencas de esta región:

a) Río Bravo-Matamoros-Reynosa

b) Río Bravo-San Juan: La importancia de esta cuenca para el Estado de Tamaulipas radica en que posee el tercer almacenamiento más caudaloso del estado, es decir, la presa Marte R. Gómez, donde desemboca el río San Juan.

c) Río Bravo-Sosa

d) Presa Falcón-Río Salado: La importancia que reviste esta cuenca, dentro del estado, estriba en la existencia del distrito de riego N. 25 "Bajo Río Bravo", el cual es uno de los mas antiguos y extensos del país.

e) Río Bravo-Nuevo Laredo

### **Región Hidrológica "San Fernando-Soto la Marina"**

Corresponde a todos los escurrimientos que desembocan en el Golfo de México, los cuales se encuentran entre las cuencas de los ríos Bravo y Pánuco. De esta región, en Tamaulipas se localizan áreas parciales de cuatro cuencas:

a) Laguna de San Andrés-Laguna Morales

b) Río Soto la Marina: Esta cuenca es de gran interés, ya que en ella se localizan cuatro embalses de importancia, de los cuales destaca la presa Vicente Guerrero (Las Adjuntas).

c) Laguna Madre

d) Río San Fernando

### **Región Hidrológica "Bajo Río Pánuco"**

Esta región está considerada como una de las cinco más importantes del país, tanto por el volumen de sus escurrimientos como por la superficie que ocupa. En el estado se localizan áreas parciales de dos cuencas:

a) Río Tamesí: Es uno de los afluentes más importantes del río Pánuco.

b) Río Tamuín

### **Región Hidrológica "El Salado"**

Esta región es la que menor área ocupa dentro del estado. Está constituida por una serie de cuencas cerradas de diversas dimensiones, de las que al estado sólo le corresponde parte de una: Sierra Madre.

### **Aguas Subterráneas**

Las condiciones climatológicas en el estado de Tamaulipas son generalmente representativas de climas semisecos con pocas variantes de humedad, salvo algunas excepciones muy locales. Estas condiciones al relacionarse con la geología existente, que en grandes áreas presenta grados de permeabilidad baja y media, han hecho que se localicen escasos acuíferos con profundidades próximas a la superficie.

## Zonas de veda

Existen tres rangos para las vedas: rígida, elástica e intermedia. En Tamaulipas se registra únicamente la elástica, en la que se puede incrementar la explotación del agua subterránea para cualquier uso. Comprende la cuenca del río Guayalejo y la cuenca del río Soto la Marina, y el área comprendida por el distrito de riego Las Ánimas.

**Cuadro 3. Regiones y Cuencas Hidrológicas y su proporción en el Estado de Tamaulipas**

REGIÓN	CUENCA	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
Bravo-Conchos	R. Bravo-Matamoros-Reynosa	11.58
	R. Bravo-San Juan	1.53
	R. Bravo-Sosa	1.50
	P. Falcón-R. Salado	1.74
	R. Bravo-Nuevo Laredo	3.01
San Fernando-Soto La Marina	L. de San Andres-L. Morales	8.47
	R. Soto La Marina	23.78
	L. Madre	12.20
	R. San Fernando	11.48
Pánuco	R. Pánuco	0.21
	R. Tamesí	19.06
	R. Tamuín	0.13
El Salado	Sierra Madre	5.31

FUENTE: INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.

**Cuadro 4. Principales Corrientes de Agua del Estado de Tamaulipas**

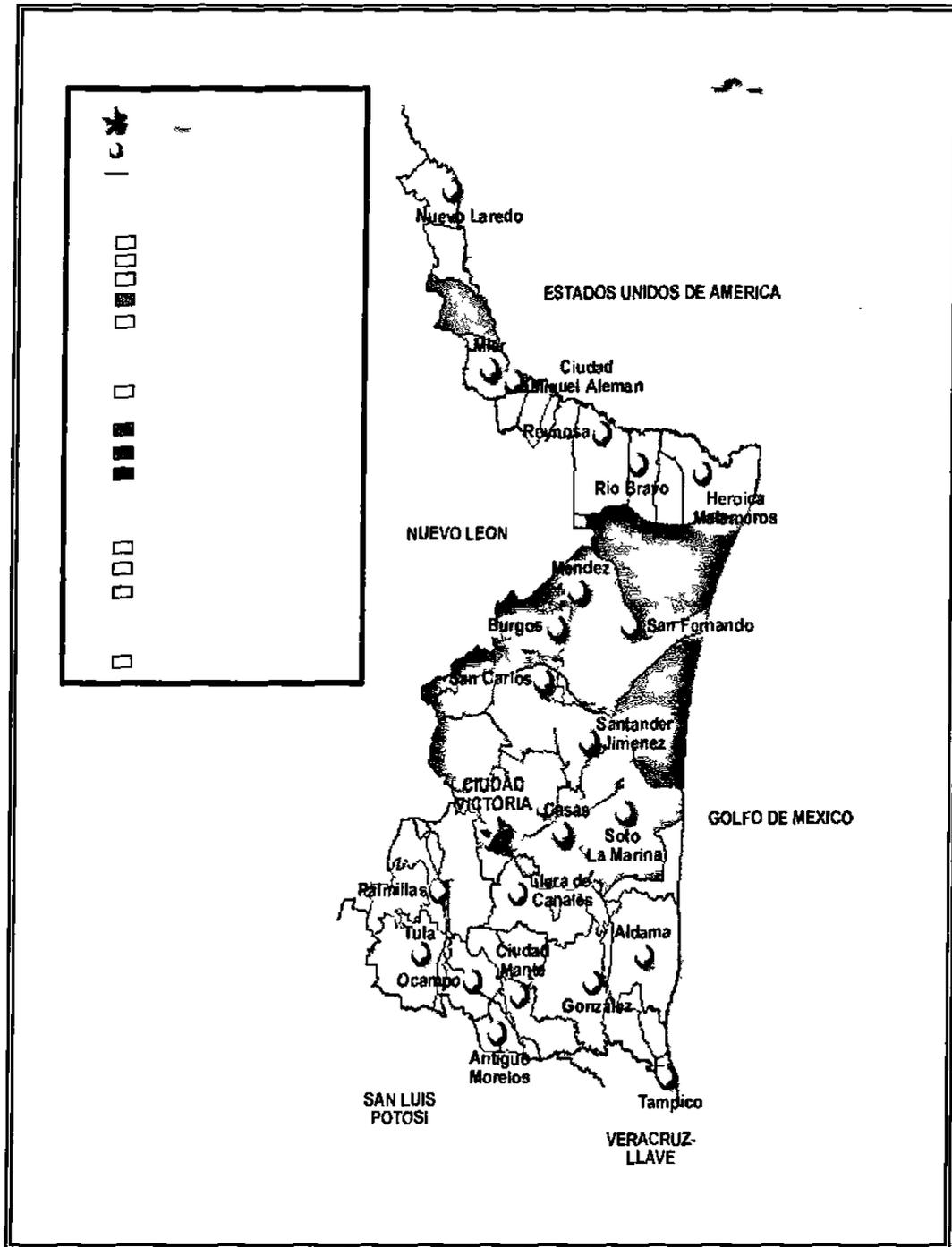
NOMBRE	UBICACIÓN	NOMBRE	UBICACIÓN
Bravo	R. Bravo-Matamoros-Reynosa	Santa Ana	R. Soto La Marina
Tamesí	R. Pánuco- R. Tamesí	Palmas	R. Soto La Marina
Soto La Marina	R. Soto La Marina	Los Olmos	L. Madre
Conchos	R. San Fernando	Las Animas	R. Tamesí
Guayalejo	R. Tamesí	Los Mimbres	R. Tamesí
Barberena	L. de San Andres-L. Morales	Burgos	R. San Fernando
Pedregoso	L. de San Andres-L. Morales	Olivares	L. Madre
Sabinas	R. Tamesí	Grande	R. Soto La Marina
San Carlos	R. Soto La Marina	Salado	P. Falcón-R. Salado
Panales	L. Madre	San Lorenzo	R. San Fernando
Chihue	R. Tamesí	San Juan-Purificación	R. Soto La Marina
Pilón	R. Soto La Marina	Corona	R. Soto La Marina
El Tigre	L. de San Andres-L. Morales	El Salado	R. San Fernando
Ocampo	R. Tamesí	Las Tinajas	R. Soto La Marina
Flechadores	R. Soto La Marina	San Antonio	R. Soto La Marina
San Vicente	R. Tamesí	Blanco	R. Soto La Marina
Chorreras	R. San Fernando		

FUENTE: INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.  
 INEGI. Carta Topográfica, 1:50 000.  
 INEGI. Carta Topográfica, 1:1 000 000 (segunda edición).

**Cuadro 5. Principales Cuerpos de Agua del Estado de Tamaulipas**

NOMBRE	UBICACIÓN	NOMBRE	UBICACIÓN
P. Internacional Falcón	Bravo-Conchos - R. Bravo-Nuevo Laredo-P. Falcón-R. Salado	Laguna Madre	San Fernando-Soto La Marina - L. Madre
P. Vicente Guerrero (Las Adjuntas)	San Fernando-Soto La Marina - R. Soto La Marina	L. Champayán	Pánuco - R. Tamesí
P. Marte R. Gómez	Bravo-Conchos - R. Bravo-San Juan	L. El Barril	Bravo-Conchos - R. Bravo-Matamoros-Reynosa
P. Guadalupe Victoria	San Fernando-Soto La Marina - R. Soto La Marina	L. Anda la Piedra	San Fernando-Soto La Marina - L. Madre
P. La Escondida	San Fernando-Soto La Marina - R. Soto La Marina	L. La Nacha	San Fernando-Soto La Marina - R. San Fernando
P. La Loba	San Fernando-Soto La Marina - R. Soto La Marina	Vaso el Culebrón	Bravo-Conchos - R. Bravo-Matamoros-Reynosa
P. Ramiro Caballero	Pánuco - R. Tamesí		

FUENTE: INEGI. Carta Topográfica, 1:1 000 000 (segunda edición).  
 INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.



**Figura 4. Principales Ríos y Cuencas Hidrológicas del Estado de Tamaulipas**

## **Municipios del Estado de Tamaulipas que Comprenden el Área de Colecta**

### **Altamira**

**Localización.-** Se encuentra en la porción sureste del estado dentro de la subregión Tampico Número 07. Cuenta con una extensión territorial de 1,666.53 km<sup>2</sup>, que representa el 1.07 % de la extensión total del estado.

La cabecera municipal se localiza a los 22° 23' de latitud norte y a los 97° 56' latitud oeste, a una altitud de 30 msnm. El Municipio colinda al Norte con el de Aldama; al Sur con los de Madero y Tampico, así como con el estado de Veracruz, al Este con el Golfo de México y al Oeste con el municipio de González.

Está integrado por 148 localidades, de las cuáles las mas importantes son: Altamira (cabecera municipal), Ejido Altamira, El Fuerte, Benito Juárez, Lomas del Real, Esteros, Aquiles Serdán y Congregación Cuauhtémoc.

**Hidrografía.-** Los recursos hidrográficos con que cuenta están constituidos por el río Barberena, ubicado en la parte norte del municipio, que sirve como límite entre Aldama y Altamira; nace en la sierra de Tamaulipas en el Municipio de Aldama; el río Tamesí que marca los límites con el Estado de Veracruz. Además cuenta con otros recursos como son los Esteros, El Salado, El Conejo y el del Norte, así como las lagunas del Camalote, Champayán y la Altamira.

**Clima.-** Es predominantemente cálido húmedo, con régimen de lluvia de junio a septiembre, con la dirección de sus vientos de sureste a noreste. La temperatura media anual es de 16°C y la precipitación pluvial media de 1,000 milímetros anuales.

**Orografía.-** Sierra de la Palma, el Cerro del Metate, el Cerro del Lagarto, la Cruz, el Esporta.

El municipio no presenta relieves accidentados, por ser una región sensiblemente plana debido a su lejanía de las cadenas montañosas.

**Clasificación y uso del suelo.-** Al Norte y Oeste, el suelo es vertisol pélico y en la parte sureste, cabisol cálcico y calcárico. En lo que respecta a la tenencia de la tierra, es predominantemente ejidal y en lo que se refiere al uso, es básicamente agrícola.

**Flora y fauna.-** Los tipos de vegetación del municipio se presentan en dos agrupaciones. La mayor parte del municipio está conformada por selva baja caducifolia espinosa y en una porción muy pequeña, al Este, se presentan zacatales.

### **Ciudad Madero**

**Localización.-** Se encuentra ubicado en la porción sur del estado y cuenta con una extensión territorial de 46.60 km<sup>2</sup>, que representa el 0.07% del total de estado. Es el municipio de menor superficie en Tamaulipas; su cabecera municipal se localiza a los 22° 15' de latitud norte y a los 97° 50' de longitud oeste, a una altitud de 10 msnm.

El municipio colinda al Norte con el municipio de Altamira; al Sur con el estado de Veracruz; al Este con el Golfo de México y al Oeste con el municipio de Tampico. Está constituido por una sola localidad que es Ciudad Madero.

**Hidrografía.-** Al Este de la Ciudad se ubica el Golfo de México, donde desemboca el Río Pánuco uno de los ríos mas caudalosos de nuestro país. Los cuerpos de agua lacustre de mayor importancia son la Laguna Nuevo Amanecer y la Laguna de la Ilusión, también se cuenta con una cantidad importante de canales.

**Clima.-** El clima del municipio es de tipo cálido-húmedo, con régimen de lluvias en los meses de junio a septiembre, siendo a la vez los más calurosos; la temperatura promedio anual es de 24°C, con máxima de 36.8°C y mínima de 9.7°C.

**Orografía.-** El municipio es plano casi en su totalidad, correspondiente a la llanura costera del Golfo; y algunas zonas al norte y al oeste están formadas por dunas y lomeríos.

### **Matamoros**

**Localización.-** El municipio de Matamoros está ubicado en la parte noreste del estado de Tamaulipas, a 25° 52´ de latitud norte y a 97° 30´ de longitud oeste, con una altitud de 10 msnm. Colinda al norte con los Estados Unidos de Norte América, separados por el río Bravo; al sur con el municipio de San Fernando y la Laguna Madre; al este con el Golfo de México y al oeste con los municipios de río Bravo y Valle Hermoso.

La cabecera municipal es Matamoros y el municipio cuenta con mas de 468 localidades, algunas de ellas con mas de 5000 habitantes como son: Control, Estación Ramírez, Buena Vista, Las Rusias, Santa Adelaida, La Gloria, Sandoval, México Agrario, 20 de Noviembre, Ignacio Zaragoza y la Unión.

Posee una extensión territorial de 4,045.62 Km<sup>2</sup>, que presenta el 4.19% del estado de Tamaulipas.

**Hidrografía.-** El municipio pertenece a la cuenca hidrológica del río Bravo, que por medio de un sistema de irrigación fecunda la tierra y hace posible la agricultura de riego, base de la economía de la región. Las principales fuentes de abastecimiento hidráulica son el río Bravo y el arroyo del Tigre que tiene presas derivadoras que, por medio de canales y drenes bañan la región. Además cuenta con una serie de lagunas de agua dulce y salada.

**Clima.-** Los característicos son los extremos, fríos y calientes. El clima frío predomina en los meses de noviembre a febrero con temperaturas hasta de 7°C bajo cero y el clima cálido, en los meses de marzo a septiembre, con vientos del sur y sureste y temperaturas máximas de más de 40°C, la zona está expuesta a las perturbaciones ciclónicas. La precipitación pluvial es de 600 mm<sup>3</sup>.

**Orografía.-** En la generalidad su orografía es plana, lo que permite los sistemas de riego.

**Clasificación y uso del suelo.-** El municipio cuenta con dos tipos de suelo. Hacia el oriente, es gleysol calcio y gleysol único, que no son aptos para la agricultura, se usan para pastizales. Hacia el oeste, el reistiol pelico, apto para la agricultura.

**Flora y fauna.-** Casi todo se ha desmontado para dedicar la tierra a la agricultura y ganadería.

Dentro de la flora se tiene una pequeña porción de tierra de pastizales y se encuentran pequeños arbustos como granjenos, huizache, mezquite, ébano, anacua y palo blanco.

La fauna está constituida por infinidad de bandas de pajarillos en los que predomina la codorniz y la paloma ala blanca. Entre los mamíferos se encuentran el coyote y el tlacuache, es parte importante en la ruta de la mariposa Monarca.

### **San Fernando**

**Localización.-** La cabecera municipal se encuentra en la Villa de San Fernando, en las coordenadas 24° 50' de latitud norte y 98° 09' de longitud oeste, a una altura de 40 msnm.

Limita al Norte con los municipios de Río Bravo y Matamoros; al Sur con los de Abasolo y Soto La Marina; al Este con la Laguna Madre y el Golfo de México y al Oeste con los municipios de Méndez, Burgos y Cruillas.

Su extensión territorial es de 6,091.36 km<sup>2</sup>, que representa el 7.63% de la superficie total del estado. Está integrado por 333 localidades, siendo las principales: la cabecera Municipal, Colonia Agrícola, Francisco González Villarreal y los Ejidos Francisco Villa, San Germán, Guadalupe Victoria (El Norteño), La Loma, Palo Solo, La Carretera, Aguila Azteca, Ampliación La Loma, Ampliación La Carreta y Alfredo V. Bonfil y Ampliación San Germán.

**Hidrografía.-** Los recursos hidrológicos del municipio se componen básicamente del río Conchos o río San Fernando, que forma la cuenca del mismo nombre. Este río tiene su origen en el estado de Nuevo León, al unirse los ríos Linares, Potosí y Conchos; entra a Tamaulipas por el municipio de Burgos y sirve de límite entre los dos estados, con una longitud de 45 km, atraviesan los municipios de Burgos, Méndez y San Fernando, desembocando finalmente en la Laguna Madre.

La cuenca tiene una superficie de 17.44 km<sup>2</sup>, de los cuales el 50.4% (8.943 km<sup>2</sup>) pertenecen a Tamaulipas y el resto a Nuevo León; los afluentes de mayor importancia son los ríos Conchos, Radillos y los arroyos Pamona, Fresnos, San José, Burgos, Los Anegados, Tapeste, San Lorenzo, Salado y Chorreras.

**Clima.-** El clima predominante es de tipo semiseco cálido muy extremo, con presencia de canícula. Las temperaturas medias anuales son de 24°C y la precipitación pluvial media de 600 milímetros.

**Orografía.-** En el municipio se presentan las siguientes formas de relieve: las zonas planas localizadas al norte, centro y este del Municipio (80%) y al oeste y porción de la parte sur, los semiplanos (20%).

**Clasificación y uso de suelo.-** En los extensos terrenos llanos que conforman este Municipio, predominan los suelos profundos de origen aluvial y en la franja costera los de influencia litoral. La mayoría de los suelos descansan sobre duras capas, que heredan de ellas texturas muy arcillosas. La zona costera y algunas áreas se caracterizan por tener una pendiente uniforme, sujeta a inundaciones con suelos salinos o hidromórficos. En la tenencia del suelo predomina el régimen de propiedad ejidal, y el uso es básicamente agrícola y ganadero.

**Flora y fauna.-** La vegetación natural ha sido eliminada y en su lugar se presentan amplias áreas dedicadas a la agricultura. En las zonas cerca de la costa, se encuentran tipos de vegetación adaptados a las condiciones de salinidad e inundación que prevalecen allí. Los tipos de vegetación más comunes en esta clase de áreas son: la halófito, en las llanuras salinas e inundables, que se componen principalmente de zacate salado (*Distichlis spicata*), saladilla (*Donia tampiscensis*), romerillo (*Suaeda nigeria*), zacate alcalino (*Sporobolus airoides*).

El matorral bajo subinermes se encuentra en los valles que tienen suelos con afloración de caliche. Son arbustos rígidos con altura de 40 a 80 centímetros, las principales especies son: chaparro prieto (*Acacia rigidula*), retama (*Casia spp*), cenizo (*Leucophyllum spp*) y granjeno (*Celtis pallida*).

La fauna está representada por: paloma, ganso canadiense y venado principalmente.

### **Soto la Marina**

**Localización.-** El municipio se encuentra localizado en la porción central del territorio del estado, sobre la franja costera, dentro de la cuenca del río Soto La Marina. Villa Soto La Marina está localizada en las coordenadas 23 °46'

latitud norte y 98° 12' longitud oeste a 10 msnm, el municipio limita al norte con el municipio de San Fernando; al sur con el de Aldama; al este con el Golfo de México y al oeste con los municipios de Abasolo y Casas.

Su extensión territorial es de 6,422.14 km<sup>2</sup>, que representa el 6.88% de la superficie total del estado, ocupando el segundo lugar en la tabla de extensiones municipales. Está integrado por 304 localidades, de las cuales las más importantes son: Villa de Soto La Marina (cabecera municipal), La Peña, Nombre de Dios, Tampiquito, La Pesca, La Zamorina, Lavaderos y Cinco de Mayo.

**Hidrografía.-** Dentro del municipio se localiza la cuenca del río Soto La Marina, el cual desemboca en el Golfo de México formando su estuario con numerosas lagunas. Sus afluentes son los arroyos Legardo, El Pegregón y Palmas, y los más importantes se encuentran en la región costera, siendo ellos la Laguna Madre, la Laguna de Morales y la del Almagre, que se comunican al mar por conducto del río. Existen otros escurrimientos dentro del municipio, como el arroyo de La Misión, el río San Rafael y el río Carricitos.

**Clima.-** Se caracteriza por tener tres tipos de climas. En la porción norte, abarcando un 25% de la superficie, el clima es BS (h') KW (e) según Koopen, modificado por García para el territorio nacional, lo cual significa que es el menos seco de los esteparios, cálido con temperatura media superior a 22° C y régimen de lluvias en verano y extremosos, con oscilaciones entre 7°C y 14°C.

En la mayor parte del territorio se presenta el clima BS (h') W (e), es decir seco estepario, muy cálido con temperatura media anual superior a los 22°C, correspondiente a la parte central costera del municipio. Al suroeste el clima es (a) c (wo) a (e), registrándose sobre la sierra de Tamaulipas con las características siguientes: semicálido, con régimen de lluvias en verano, verano cálido, con temperatura media superior a los 18° C, extremo.

**Orografía.-** Se presentan las siguientes formas de relieve: la zona accidentada del suroeste denominada Sierra de Tamaulipas, la sierra llamada San José de las Rusias y conocida con el nombre de la Sierra de los Martínez.

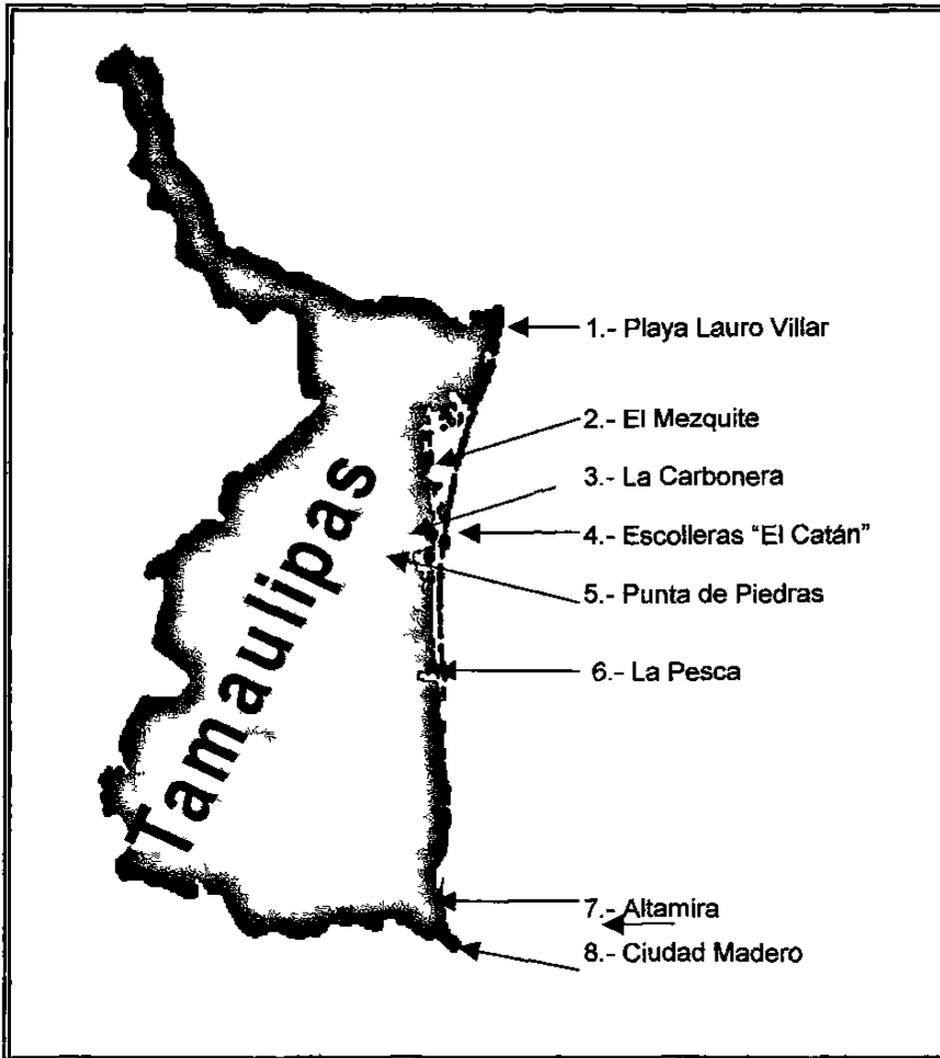
**Clasificación y uso del suelo.-** En la mayor parte del territorio, el tipo de suelo es rendzina, con una alta aptitud para uso agrícola; al centro del municipio el suelo es chernozem, considerado como pobre y no apto para la agricultura; al suroeste, sobre la sierra de Tamaulipas, el suelo es litosol podzólico, considerado como montañoso y forestal. En lo que respecta a la tenencia del suelo, 233,784 hectáreas corresponden al régimen ejidal, distribuidas en 54 ejidos y 298,334 hectáreas a la pequeña propiedad.

**Flora y fauna.-** En la porción norte se presenta el matorral alto y bajo espinoso; en la ribera del río, el bosque caducifolio ó esclerociculifolio y en las costas se encuentran asociaciones de zacatonales. Existe variedad en la flora, formada por ébano tepehuaje, mezquite, huizache, huayacán, nacahua, barreta, palma real, cerón, sauce y tenaza, especies vegetales más comunes; además de nopales, pitaya, biznaga, uña de gato, tasajillo, granjeno, crucero, cenizo, palmero, tullidor y chaparro prieto, como matorrales espinosos.

La fauna está representada por venado, jabalí, coyote, lince, pato, conejo y liebre.

**Cuadro 6. Principales Localidades de Colecta**

LOCALIDAD	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
Altamira	Altamira	22° 28' 28"	97° 51' 10"
Ciudad Madero	Cd, Madero	22° 16' 15"	97° 47' 30"
La Carbonera	San Fernando	24° 37' 24"	97° 42' 54"
Escoleras "El Catán"	San Fernando	24° 33' 15"	97° 42' 15"
Punta de Piedras	San Fernando	24° 28' 45"	97° 42' 58"
La Pesca	Soto La Marina	24° 47' 13"	97° 46' 35"
Playa Lauro Villar	Matamoros	25° 49' 40"	97° 09' 15"
El Mezquite	Matamoros	25° 14' 24"	97° 27' 15"



**Figura 5. Principales Localidades de Colecta**



**Figura 6. Área de colecta: Punta de Piedras, San Fernando, Tamaulipas**



**Figura 7. Área de colecta en el municipio de Soto la Marina, Tamaulipas**

## **METODOLOGÍA**

**El presente estudio constó de las siguientes fases:**

1.- Determinación de las localidades de estudio, así como de las estaciones de muestreo.

2.- Trabajo de campo donde se definieron los tiempos de colecta, la metodología aplicada a la colección de ejemplares de algas marinas, los tipos de muestreo, separación de ejemplares, identificación preliminar, los métodos utilizados para la preservación del material colectado, así como el etiquetado respectivo con todos los datos de la coleta.

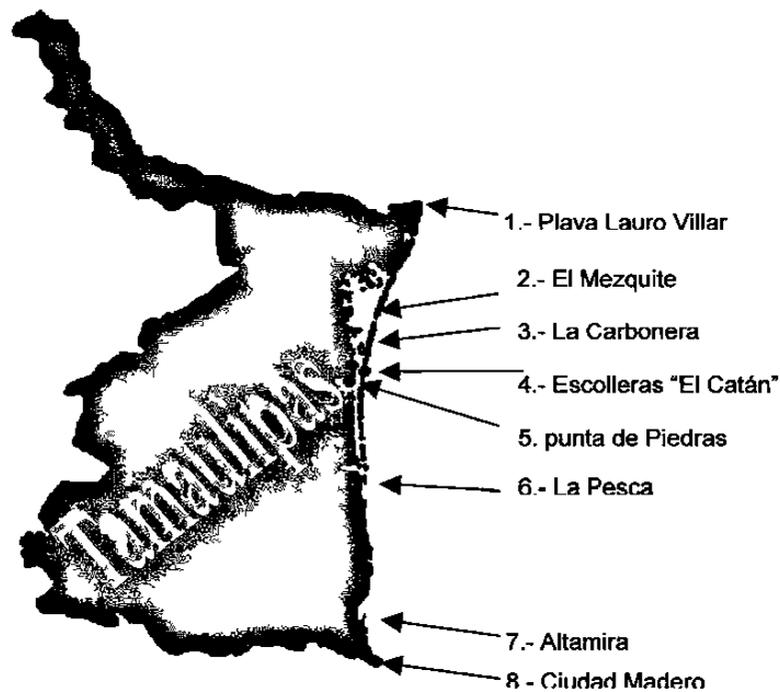
3.- Trabajo de laboratorio este consta de la identificación definitiva de los ejemplares colectados, en base a las claves utilizadas para la determinación de las categorías taxonómicas de Familia, Genero y especie, aplicadas a la Ficología.

4.- Operaciones físicas.- en estas se realizaron los tratamientos de los ejemplares para su preservación e inclusión en la colección ficologica, mediante los métodos de secado, arborizado y montaje en cartulinas, o bien se preservación en frascos de cristal en solución diluida de formalina.

## 1.- Selección de las áreas de estudio:

La determinación de las áreas de estudio se realizó en gabinete en base a el mapa del estado de Tamaulipas de acuerdo a las vías de acceso a las localidades con posibilidades de realizar las colectas respectivas y una vez determinadas estas se procedió al traslado a las mismas con el fin de establecer las estaciones de muestreo.

De igual manera se desarrollo una calendarización de las fechas en que se deberían de realizar las colectas respectivas.



**Localidades de Colecta**

## **2.- Trabajo de campo:**

### **Colección de ejemplares.**

De acuerdo a lo establecido por Wang, W.L. y Y.M. Chiang (1994). Se procedieron a realizar las diferentes colectas en el área de estudio. Las algas se obtuvieron manualmente utilizando objetos punzo- cortantes para desprender las especies adheridas a las escolleras; el método del buceo se requirió para obtener ejemplares en los lugares de mayor profundidad.

### **Tipos de muestreo:**

Los muestreos se realizaron de acuerdo a el área de ubicación de los ejemplares a coleccionar y estas se dividieron e área litoral y en ifralitoral en La vegetación intersticial fue colectada mediante el método del cuadrante ( $0.25m^2$ ) a lo largo de transectos de 10 metros en línea vertical y perpendicular a la zona de la línea costera, mientras que en el área infralitoral se utilizaron los mismos parámetros utilizando para las colectas equipo de buceo.

### **Separación e identificación preliminar de los ejemplares:**

Los ejemplares colectados fueron separados visualmente por especie y colocados en bolsas de plástico con agua de mar, para proceder a la identificación preliminar de su familia , genero y de ser posible su especie respectiva.

### **Preservación de los ejemplares:**

Se utilizó formol al 4% para su preservación. Simultáneamente, se registraron todos los datos requeridos para la libreta de campo, así como en las etiquetas que acompañan a cada uno de los ejemplares (Familia, Número de colecta, Número de folio, Nombre científico, Nombre común, Fecha, Localidad, Colector, Hábitat, Observaciones).

### **Trabajo de Laboratorio:**

El Material colectado fue sometido a un proceso de identificación taxonómica, el cual se realizó mediante el uso de la Bibliografía especializada de los siguientes autores: Taylor, 1928, 1935, 1940, 1941, 1942, 1943, 1945, 1954, 1955, 1957, 1960, 1969, 1972, Abott & Kurogi, 1972, Abott & Hollenberg, 1976; Agardh (1824), Borgesen, 1913, 1914, 1916, Dawes (1974), Dawson, 1949, 1953, 1960, 1961, 1962, 1966, Feldman, 1939, 1942; Joly, 1957, 1965, 1967, Kapraun, 1970, 1972, 1974, 1977, 1978, 1980; Kim 1964, Kutzing, 1845, 1871; Kylin, 1956; Lemoine, 1964; Setchell, 1915, 1919; Setchell y Gardner, 1924, 1925; Schneider C. W. y R. V. Searles, 1991, y con ayuda del microscopio compuesto y el estereoscopio se identificaron las estructuras que nos ayudaron a determinar las especies así mismo se determino de acuerdo a los parámetros de colecta las cantidades en que estuvieron presentes.

### **Operaciones Físicas:**

Las especies se sometieron al un proceso de preservación mediante la técnica de secado el cual se realizó en estufas eléctricas para posteriormente ser herborizado y montados en cartulinas con sus respectivas etiquetas en

donde contenían todos los datos de colecta así como los de su identificación hasta la categoría de especie, así mismo se utilizó el método de conservación en líquido al depositar los ejemplares ya identificados con sus respectivas etiquetas en frascos de cristal en solución de formalina diluida en un 4% para posteriormente ser depositadas en el Herbario Ficológico de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, así como ejemplares duplicados en formalina al 4%.

Se realizó una revisión bibliográfica para determinar el uso económico de cada una de las especies del área de estudio; así mismo, se analizó la información obtenida por las personas que habitan en las costas y mediante la observación personal.